

Таким образом, полученные результаты являются подтверждением индуцированного электрическим полем твердофазным эффектом Ребиндера.

*Автор признателен А.Я. Нейману за постановку задачи и помощь в обсуждении результатов.*

*Работа выполнена при финансовой поддержке грантов РФФИ (№04-03-32614)*

## ЭЛЕКТРОПРОВОДНОСТЬ НАНОКОМПОЗИТОВ $\{Al_2O_3-Bi_2O_3\}$

*Танская А.В.*

Уральский государственный университет, Екатеринбург

Нанокристаллические материалы и нанотехнологии — одно из быстро развивающихся и востребованных направлений современной науки. Малые частицы и наноразмерные элементы используются для производства передовых технических материалов. Например, в авиации применяются радиопоглощающие керамические материалы, в матрице которых беспорядочно распределены тонкодисперсные металлические частицы.

В настоящей работе мы поставили задачу выяснения особенностей взаимодействия нано- $Al_2O_3$  с оксидом висмута,  $Bi_2O_3$ .

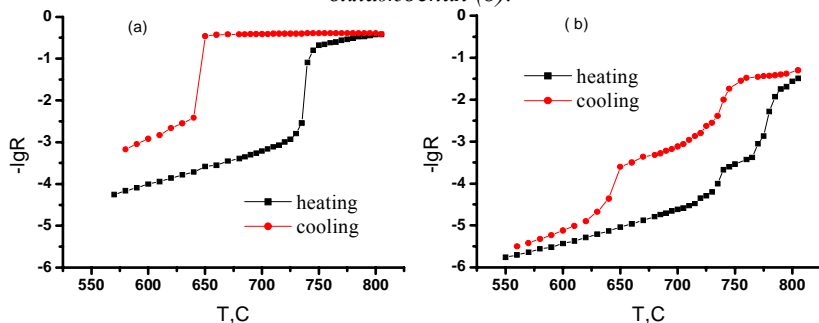
Основное внимание уделено обнаруженному нами ранее эффекту «стабилизации низкотемпературной модификации  $\alpha-Bi_2O_3$  в смеси с наноразмерным  $Al_2O_3$ ».

Электропроводность смесей порошков была измерена на переменном токе двухконтактным методом и использованием моста переменного тока. Все эксперименты по измерению сопротивления смесей были проведены со скоростью нагрева-охлаждения  $10^\circ/\text{мин}$ . Индивидуальные нано- и микроразмерные оксиды и их эквимольные смеси были обработаны в ультразвуковом дезинтеграторе УЗДН (10 кГц, 1 ч) в среде этилового спирта, и затем спрессованы в диски ( $\varnothing 10 \times 2$  мм) под давлением  $2000 \text{ кг/см}^2$ . Отметим, что в системе  $Bi_2O_3:Al_2O_3$ , концентрация, выраженная в мольных процентах близка к концентрации, выраженной в объемных процентах.

На данном этапе работы выяснено, что происходит не стабилизация  $\alpha-Bi_2O_3$ , а маскировка  $\alpha \rightarrow \delta$ -перехода  $Bi_2O_3$  в его смеси с наноразмерным оксидом  $Al_2O_3$ . Переход происходит при обычной температуре  $730^\circ\text{C}$  (ВТРФА, ДСК), но не проявляется на кривой зависимости проводимости от температуры. РФА и ВТРФА съемка показали, что переход  $\alpha \rightarrow \delta$  происходит, но линии образовавшейся  $\delta$ -фазы трудно индицируются на фоне маловыраженного, размытого спектра порошка нано-оксида  $Al$  и

очень сходных с  $\alpha\text{-Bi}_2\text{O}_3$  спектров линий продуктов взаимодействия –  $\text{Al}_2\text{Bi}_{24}\text{O}_{39}$ ,  $\text{BiAlO}_3$  и  $\text{Al}_4\text{Bi}_2\text{O}_9$  (количество продуктов мало, поэтому ранее их не удавалось зафиксировать).

Рис.1 Температурная зависимость проводимости: чистого  $\text{Bi}_2\text{O}_3$  (a) и сырых смесей  $\text{Al}_2\text{O}_3\text{:Bi}_2\text{O}_3=1\text{:}1$  в ходе последовательного нагревания-охлаждения (b).



Мы предположили, что в исследуемых смесях происходит инкапсулирование микроразмерных зерен  $\text{Bi}_2\text{O}_3$  в оболочку из нанозерен оксида Al. Микроскопические исследования подтвердили это предположение, а отдельно проведенные опыты показали, что зерна  $\text{Al}_2\text{O}_3$  имеют очень высокую адгезию к поверхности зерен  $\alpha\text{-Bi}_2\text{O}_3$ .

Установлены пороговые соотношения  $[\text{Al}_2\text{O}_3^{\text{NANO}}]/[\text{Bi}_2\text{O}_3]$ , при которых наблюдается эффект «маскировки»  $\alpha \rightarrow \delta$ -перехода. Они оказались  $\approx 30/70$  и  $70/30$  (мольных, объемных %).

Естественно, что крупные, микроразмерные зерна  $\text{Al}_2\text{O}_3$  не создают изолирующей оболочки,  $\text{Bi}_2\text{O}_3$  свободно распространяется по их поверхности, образуя непрерывную перколяционную матрицу. Поэтому смесь с микро-  $\text{Al}_2\text{O}_3$  ведет себя аналогично индивидуальному оксиду  $\text{Bi}_2\text{O}_3$ .

Автор признателен профессору А.Нейману за постановку задачи и помощь в обсуждении результатов.

Работа выполнена при финансовой поддержке грантов РФФИ (№04-03-32614) и программы «Университеты России»